

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02081462  
PUBLICATION DATE : 22-03-90

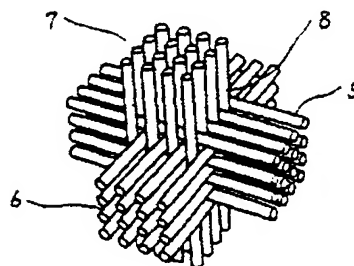
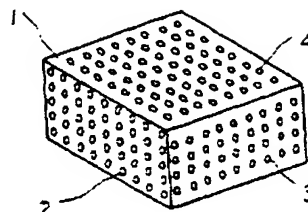
APPLICATION DATE : 16-09-88  
APPLICATION NUMBER : 63230008

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : KASAI KENICHI;

INT.CL. : H01L 23/44 C04B 38/00 H01L 23/427 //  
F28F 21/04

TITLE : MANUFACTURE OF THERMAL  
CONDUCTOR FOR BOILING COOLING



**ABSTRACT :** **PURPOSE:** To facilitate manufacture of ceramic thermal conductor for boiling cooling having hollow holes of three-dimensional textile structure, i.e., hollow through-holes piercing along three-dimensional directions, by a method wherein, after a three-dimensional cloth composed of three-dimensionally oriented fibers is impregnated with ceramics, the three-dimensional cloth is extinguished and the ceramics is sintered.

**CONSTITUTION:** A thermal conductor 1 is made of ceramics and hollow through-holes 2, 3 and 4 are made to pierce through the thermal conductor 1 along three-dimensional directions and the respective through-holes along the same direction are approximately in parallel with each other. A three-dimensional cloth 8 is impregnated with fluid ceramics and dried to solidify the ceramics. Then the three-dimensional cloth is extinguished by heating at a high temperature and the ceramics is sintered. For instance, low density polyethylene is used as fiber material. On the other hand, AlN, for instance, having an excellent thermal conductivity after sintering is used as ceramic material. AlN powder whose average particle diameter is  $3\mu\text{m}$  is used.  $\text{Y}_2\text{O}_3$  is added as sintering accelerator for AlN and polyvinyl butyral is added in order to improve the dispersibility of the AlN powder and a dimensional accuracy at the time of sintering. The sintering is carried out under the conditions of the highest heating temperature of  $1900^\circ\text{C}$  and a holding time of 2 hours in a nitrogen atmosphere.

**COPYRIGHT:** (C)1990,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-81462

⑮ Int. Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)3月22日

H 01 L 23/44  
C 04 B 38/00

3 0 4 A

6412-5F  
6359-4G  
6412-5F

H 01 L 23/46

A※

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全6頁)

⑭ 発明の名称 沸騰冷却用伝熱体の製法

⑰ 特 願 昭63-230008

⑱ 出 願 昭63(1988)9月16日

⑲ 発 明 者 佐 藤 元 宏 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内  
⑲ 発 明 者 山 田 俊 宏 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内  
⑲ 発 明 者 島 口 崇 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内  
⑲ 発 明 者 桑 原 平 吉 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内  
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
⑲ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名  
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

沸騰冷却用伝熱体の製法

2. 特許請求の範囲

1. 板に浸漬した発熱体から発生する熱を、該液の沸騰により除去するために発熱体に取り付けられ、各方向に連通した孔を持つ構造体からなる沸騰冷却用伝熱体の製法において、繊維を三次元配向した三次元織物にセラミックスを含浸させた後、三次元織物を消失し、セラミックスを焼結してなる沸騰冷却用伝熱体の製法。
2. 三次元織物の構造を、直交組織3軸、直交組織4軸、絡み組織、直交多重組織とした特許請求の範囲第1項記載の沸騰冷却用伝熱体の製法。
3. 短繊維を重ね合わせて直交組織3軸、直交組織4軸とした構造の三次元織物を用いたことを特徴とした特許請求の範囲第1項記載の沸騰冷却用伝熱体の製法。
4. 繊維束束数1以上の繊維を用いた事を特徴とする特許請求の範囲第1項記載の沸騰冷却用伝熱体の製法。

熱体の製法。

5. 繊維材質をポリスチレン系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリプロピレン系樹脂、酢酸セルロース系樹脂、アクリル系樹脂とした特許請求の範囲第1項記載の沸騰冷却用伝熱体の製法。

6. セラミックス材質として、窒化アルミ (AlN)、炭化珪素 (SiC) を主成分としたものを用いた特許請求の範囲第1項記載の沸騰冷却用伝熱体の製法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、電子計算機用集積回路、サイリスタ等のパワー半導体、超電導コイル等、高発熱密度部材の冷却に適したセラミックス製沸騰冷却用伝熱体の製造方法に関する。

(従来の技術)

半導体チップの沸騰冷却を促進する方法として特開昭60-229353号公報に示すように、配基板にハンダボンディングにより接合した半導体チップの背面に、蒸気発生核を保持し且つ発生した蒸

特開平2-81462(2)

気を脱出させるための直交する貫通空洞と貫通空洞間を連結する孔を形成した積層形多孔伝熱体を配置し、半導体チップで発生した熱を蒸気気泡により効率よく冷却媒体に伝える方法が知られている。

本発明で得られる最終構造は、この方法で用いる積層形多孔伝熱体となる。一方特開昭60-229353号公報に記載の多孔伝熱体は積層構造であり、その製造方法は、両表面に直交する溝を複数個形成し、溝の交差部が開口部となる板を、板表面の溝方向が直交するように合わせて積層し接合して形成するものである。

また、セラミックス製三次元網目構造体の製造方法として、有機質発泡体をセラミックス泥しように浸漬してその有機質発泡体の表面にセラミックス泥しように付着させると共にその発泡体の空孔をセラミックス泥しようににより埋め、ついでセラミックス泥しように乾燥固化し、その後有機質発泡体を燃焼させると共にセラミックスを焼結する手法がある。

大であり伝熱体の骨格を成す部分が少くないため伝熱効率が悪く伝熱体としては不向きであった。

更に気泡形成粉末を用いる方法では気孔率は小さくできるが、各気泡が連続せず内部で発生した気泡を速やかに表面に移動できない欠点があった。  
〔課題を解決するための手段〕

上記目的は、三次元織物と粘土状もしくは流動状のセラミックスを組合せることにより達成される。まず、本発明において用いる三次元織物について述べる。三次元織物とは、平面的に織り上げる従来の二次元織物とは異なり、X軸、Y軸、Z軸の三方向に繊維を配置して織り込んだ織物であり、二次元織物を積層して使用する場合に問題となる積層方向の強度増加を目的として開発された織物である。当該三次元織物の組織構成には種々のものがある。

織物に用いる繊維の繊維集束数を表1に示す。

表1

組 織	直交組織	斜み組織	直交多層組織
繊維集束数	1 以上		

ところで特開昭63-69776号公報では、上記方法の欠点である気孔率の大きさを改善し低気孔率となるセラミックス製三次元網目構造体の製造方法につき提案されている。この方法では気孔を形成する粉末をセラミックス粉末に加えて焼結後、気孔形成粉末を薬品で溶出し網目構造体を得ている。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術における製造方法は、直交溝付板の加工、接合用表面処理、積層、接合と多くのプロセスの組合せによつて成されており、且つ多孔伝熱体の材質により、製作の難易があつた。特に、多孔伝熱体の材質がセラミックスとなつた場合、

(1)、の多数の溝が板面表面に直交して加工されるため、加工途中での破損、取扱いミスによる破損さらには接合時の加圧不均一による破損等が生じる、(2)、難削材なため加工に多くの時間を要する、(3)接合不良等による伝熱性能の低下を来す等の問題点があつた。

また、有機質発泡体を用いる方法では気孔率が

繊維集束数とは、繊維を構成する素線数を示し、繊維集束数1は単繊維を、1以上は単繊維が多数集合して1本の繊維を形成する集合体(以下、集合繊維と称する)を言う。

単繊維で各組織を構成する場合、第8図に示すように、各方向繊維の交差部に形成される空間は、同様に形成される隣接空間と連続する。この空間部にセラミックスが充填することにより、最終的に連続した構造体が形成される。

これに対し、集合繊維を用いた場合、集合繊維は単繊維の集合体なため繊維の断面方向には変形自由であるため各方向繊維の交差部に加わる力が大きくなると、集合繊維が偏平状となり前記空間が形成されない。したがつて、集合繊維で織物を織る場合、交差部に前記空間が生ずるように交差部に加わる力を少なくする必要がある。

つぎに、繊維材質はポリスチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、酢酸セルロース、アクリル系樹脂などの熱可塑性樹脂がよい。本発明における三次元織物の役目は、三次元構造の成形及び造

形後に焼失することにより、焼失後の残留物発生が無に前記樹脂が望ましい。これらの材質中で、たとばポリスチレンのように、変形性が悪く織物を焼る時の変形に耐えず破損するものがある。したがってこの種類の材質を用いる場合、たとえば直交組織のように、一定長さの繊維を三次元状に重ね合わせるにより同様の効果が得られる。

(作用)

三次元織物が焼失した、セラミックス構造体には三次元織物を構成していたX軸、Y軸、Z軸それぞれの繊維部分が空孔となつた、三次元空間が形成される。したがって、従来技術(特開昭60-229353号公報記載の技術)とほぼ同様の空間構造を有する伝熱体を得ることができる。

以上の如く、三次元織物を用いることにより、従来技術では不可欠であつた、板面表面への牌加工、接合のための表面処理、積層及び接合等の工程を経ることなく目的とする伝熱体を容易に製作できる。

(実施例)

繊維材質として低密度ポリエチレンを用いた。一方、セラミックスは焼結後の熱伝導率が良好である $\text{Al}_2\text{N}$ (窒化アルミ)を用いた。 $\text{Al}_2\text{N}$ 流動体(以下 $\text{Al}_2\text{N}$ スリップと称する)は、表2に示す配合( $\text{Al}_2\text{N}$ を100%とした時の重量比)とした。

表2

$\text{Al}_2\text{N}$	$\text{Y}_2\text{O}_3$	ポリビニル ブチラール(PVB)	溶剤 (エタノール)
100	5	15	90

(重量%)

$\text{Al}_2\text{N}$ 平均粒径 $3\mu\text{m}$ の粉末を用いた。 $\text{Y}_2\text{O}_3$ は $\text{Al}_2\text{N}$ の焼結助剤であり、ポリビニルブチラールは $\text{Al}_2\text{N}$ 粉末の分散性と焼結時の寸法精度向上を目的として配合した。混合にはボールミルを使用し、表2の配合比からなる素材を全量同時に容器に封入し、24時間混合を行いスリップを製作した。次にこのスリップから溶剤の配合比が30%~50%となるまで溶剤を蒸発させた後、真空脱泡によりスリップ内の気泡を抜き、あらかじめ

以下、本発明の実施例につき図面に従つて説明する。

第1図は、本発明の方法を用い製作した沸騰冷却用伝熱体1である。当該伝熱体1は円筒状の貫通空孔2、3、4が伝熱体1を三次元方向に貫通したセラミックス製構造体であり、同一方向の各貫通空孔はほぼ平行に形成されている。当該伝熱体は、以上の工程により製作される。

- 1) 三次元織物に流動状セラミックスを含浸させる工程
- 2) 乾燥によりセラミックスを固化する工程
- 3) 三次元織物を加熱し除去する工程
- 4) 高温に加熱してセラミックスを焼結させる工程

以下、各工程毎に具体的に説明する。

まず三次元織物に流動状セラミックスを含浸させる工程につき述べる。三次元織物は第2図に示す直交組織3軸三次元織物を使用した。織物に用いた繊維は、繊維束数1すなわち1本の線からなる単繊維で繊維断面は円形状のものである。

三次元織物を固定した容器に、三次元織物の二方向の繊維がほぼ覆われ、残りの一方向の繊維が流し込んだスリップの表面から突き出た状態となるまでスリップを流し込む。この状態のまま真空脱泡し、スリップを繊維の内部まで含浸させる。繊維内部へスリップを含浸させる他の方法として、スリップを流し込んだ容器ごと加振する方法も効果がある。真空脱泡によりスリップ表面から前記スリップ表面から突き出たもの以外の二方向の繊維が突き出た場合は、繊維を覆うまでスリップを追加する。

つぎに、三次元織物へ含浸したスリップを乾燥させる第2工程につき説明する。スリップに含まれている溶剤を急激に乾燥させると表面と内部の乾燥差によりセラミックス部へのき裂発生またはセラミックスと繊維とのはくり等を生ずる。

本実施例では、排気孔を持つデシケータに容器を入れた状態で自然乾燥させた。乾燥状況は重量変化により判断した。

第3工程である三次元織物の除去は、第3図に

示す条件により、窒素雰囲気中で加熱した。

最終工程である焼結は、最高加熱温度1900で保持時間2時間の条件で窒素雰囲気中で行つた。

以上の工程により、第1図に示す三次元貫通空孔を持つ多孔伝熱体が製作された。

本実施例に示す工程によれば、A<sub>2</sub>N製の三次元貫通空孔を持つ多孔伝熱体が容易に製作できる。また、本実施例では、セラミックスとしてA<sub>2</sub>Nを用いた例につき述べたが、セラミックス粉末としてSiC、焼結助剤としてB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用い製作することも可能である。さらに、三次元織物構造として本実施例で述べた直交組織3軸三次元織物の他に、表1、2に示す各織物でも同級工程を経ることにより製作できる。

また、第2図に示す直交組織3軸三次元織物にかえて一定長さに切斷した単繊維を、交互に積み重ねて第2図に示す織物と同様構造の繊維積造体を製作して用いてもよい。

次に本発明に効果のある組織構成例を示す。第4図は直交組織3軸三次元織物であり、局部的に

はほぼ第2図のような組織構成となる。さらに、第5図に示す直交組織4軸三次元織物、第6図に示す絡み組織三次元織物、第7図に示す直交多重織物などの三次元織物が本発明に適用できる。なお、第7図の直交多重織物は、X方向繊維5、Y方向繊維6は平面状として表示してある。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、三次元織物構造の空孔、すなわち三次元方向に貫通した空孔を持つセラミックス製の沸騰冷却用伝熱体が容易に製作できる。

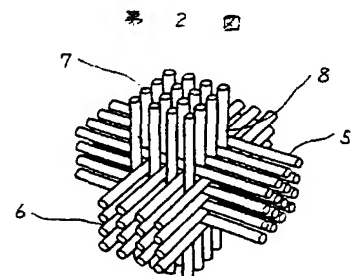
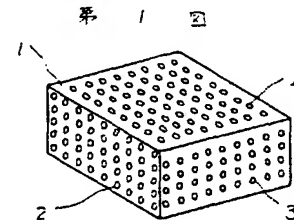
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明により製作した沸騰冷却用伝熱体の斜視図、第2図は直交組織3軸三次元織物の局部構造説明のための斜視図、第3図は実施例の脱バインダー加熱条件を示す特性図、第4図は直交組織3軸三次元織物の斜視図、第5図は直交組織4軸三次元織物の斜視図、第6図は絡み組織三次元織物の斜視図、第7図は直交多重織物例の斜視図、第8図三次元方向の繊維交差部説明のための模

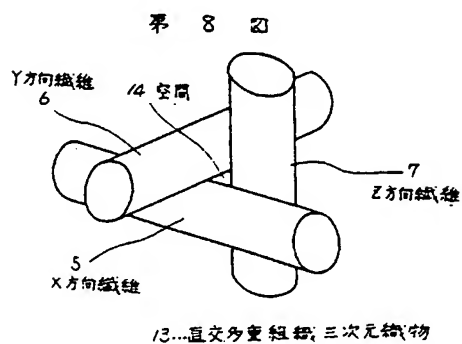
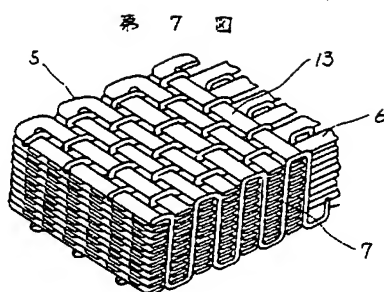
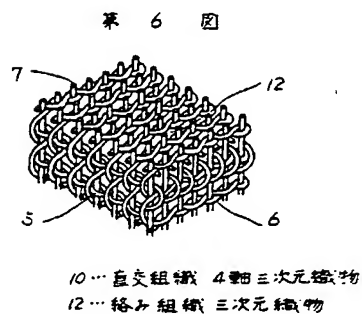
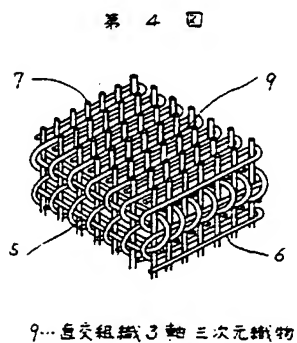
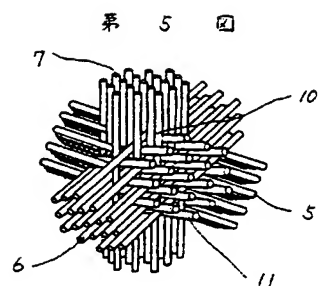
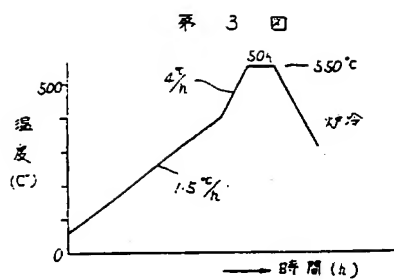
式的な斜視図である。

1…伝熱体、2、3、4…貫通空孔、5…X方向繊維、6…Y方向繊維、7…Z方向繊維、8、9…直交組織3軸三次元織物、10…直交組織4軸三次元織物、11…W方向繊維、12…絡み組織三次元織物、13…直交多重組織三次元織物、14…空間。

代理人 弁理士 小川 勝男



1…伝熱体  
2, 3, 4…貫通空孔  
5…直交組織3軸三次元織物



特開平2-81462(6)

第1頁の続き

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>

H 01 L 23/427  
// F 28 F 21/04

識別記号

庁内整理番号

7380-3L

⑦発明者	中島	忠克	茨城県土浦市神立町502番地 究所内	株式会社日立製作所機械研
⑦発明者	大橋	繁男	茨城県土浦市神立町502番地 究所内	株式会社日立製作所機械研
⑦発明者	笠井	憲一	茨城県土浦市神立町502番地 究所内	株式会社日立製作所機械研